"DIE GRUPPIERUNG DER DURCH PILZE HERVORGERUFENEN PFLANZENKRANKHEITEN."

von

Otto Appel & Johanna Westerdijk.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten
XXIX. Bd. (1919) 4./5. Heft.
(Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart)

Die Gruppierung der durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten.

Von Otto Appel und Johanna Westerdijk.

Die Tatsache, daß bis in die jüngste Zeit die Phytopathologie teils von praktischen Land- und Forstwirten, teils von theoretischen Botanikern bearbeitet worden ist, hat es mit sich gebracht, daß wir noch kein System der Krankheiten besitzen, das sich auf die Natur der Krankheitserscheinungen gründet. Die mehr angewandte praktische Richtung der Phytopathologie hat sich damit begnügt, die Krankheiten nach den Nährpflanzen zu ordnen, die mehr theoretische hat dagegen sich ganz auf das Pilzsystem gestützt. Beide Arten haben ihre zweifellosen Vorteile. Die erstere aber ist die Betrachtungsweise des Praktikers, die andere die des Mykologen. Von dem Phytopathologen kann man

aber eigentlich erwarten, daß er die Krankheitserscheinungen und ihre Zusammenhänge seinen Auffassungen zugrunde legt.

Das Bedürfnis nach einer solchen Betrachtungsweise liegt zweifellos vor, denn je mehr man in das Wesen der Krankheiten eindringt, um so mehr empfindet man es als einen Mangel, daß unsere bisherigen Einteilungen die Krankheitserscheinungen zu wenig berücksichtigen.

Coulter[1]) hat versucht, eine Einteilung nach den Beziehungen zwischen Parasit und Wirtpflanze aufzustellen. Er kommt dabei zu drei Gruppen:

1. Krankheiten, bei denen der Parasit die Zellen abtötet.

2. Solche, bei denen der Parasit von den Zellen der Wirtpflanze lebt, ohne sie abzutöten.

3. Solche, bei denen der Parasit in den inhaltslosen Zellen lebt und ihre Funktionen stört.

Auf derselben Grundlage baut Stevens[2]) weiter und kommt dabei zu folgender Einteilung:

1. Der Parasit lebt im Saft oder in Höhlungen oder in Teilen, die kein lebendes Protoplasma besitzen. Diese Gruppe deckt sich mit der Coulterschen Gruppe 3 und umfaßt die Gefäßkrankheiten und Holzfäulen.

2. Der Parasit lebt während des größten Teiles seines Lebens von den Zellen der Wirtpflanze, die aber am Leben bleiben. Diese Gruppe deckt sich zum Teil mit der Coulterschen Gruppe 2.

Beide fassen nach den Gruppendefinitionen das Verhältnis zwischen Wirtpflanze und Parasit als symbiotisch auf, doch geht aus ihren weiteren Ausführungen hervor, daß doch Parasitismus vorhanden ist, da die infizierten Zellen früher als die gesunden zugrunde gehen. Es ist aber ein Unterschied zwischen der Coulterschen und der Stevenschen Einteilung: Während Coulter zu seiner Gruppe 1 die Erysipheen stellt, deren Zusammenleben mit der Wirtpflanze er also nicht als Symbiose betrachtet, bringt sie Stevens in die Gruppe 2, in der er folgendes zusammenfaßt:

a) Den endozellularen Parasitismus, wie ihn *Synchytrium* zeigt, wobei der Parasit innerhalb einer Zelle lebt.

b) Den endozellular-haustorialen Parasitismus, wie ihn die Peronosporeen zeigen, bei denen nur die Haustorien in die Zellen eindringen, das Myzel außerhalb der Zelle, aber innerhalb der Gewebe wächst.

c) Die Epidermitis der Erysipheen, bei denen die Haustorien in den Zellen, der Pilz aber auf der Epidermis lebt.

---

[1]) Coulter, John A. Fundamentals of Plant Breeding. N. Y. Chicago, 1914, S. 232.

[2]) Stevens, F. L. Problems of plantpathology. Botanical Gazette 63, 1917, S. 279.

d) Die interzellulare Mykosis, wie die der Exoasceen und der Rostpilze, bei denen der Parasit zwischen den Zellen der Wirtpflanze lebt. Hierher rechnet er auch solche Pilze, bei denen Haustorien vorkommen, die gegen das Myzel stark zurücktreten.

e) Die Mykosklerosis, zu der er Mutterkorn, *Phyllachora* und *Rhytisma* zählt, bei der das Gewebe der Wirtpflanze durch Pilzmassen ersetzt ist.

f) Tumorbildung, für die er als Beispiel *Pseudomonas tumefaciens* anführt, bei der Geschwülste entstehen.

3. Der Parasit lebt in den Wirtzellen oder Geweben, die direkt getötet oder teilweise zerstört werden. Diese Gruppe deckt sich ungefähr mit der Coulterschen Gruppe 1, doch rechnet Coulter entgegen Stevens auch die Erysipheen und anscheinend auch die Peronosporeen (Epidermitis und endozellular-haustorialen Parasitismus Stevens) hierher. Stevens teilt diese Gruppe weiter ein in:

a) Rindennekrosis, zu denen er *Sphaeropsis, Bacillus amylovorus* und *Endothia* als Beispiele anführt.

b) Parenchymnekrosis, zu denen er *Bacillus carotovorus, Rhizopus, Penicillium, Pythiacystis, Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora, Sclerotinia, Botrytis, Colletotrichum, Gloeosporium* rechnet.

c) Maculannekrosis (Fleckennekrosis), die er weiter teilt in Fleckennekrosis mit ausfallendem Gewebe, wie sie *Cylindrosporium* und *Marssonia* hervorrufen, und Fleckennekrosis ohne Ausfall von Gewebe, zu denen er die große Anzahl der Blattflecken rechnet.

Für die Zwecke, die der für die Praxis arbeitende Pathologe im Auge haben muß, scheint uns dieses System Coulter-Stevens zu wenig auf die unmittelbar wahrnehmbaren Krankheitserscheinungen einzugehen. Die Feststellung der Zugehörigkeit, zu der Haupt- sowie zu den Untergruppen, ist nur nach eingehendem anatomischen Studium möglich, und in vielen Fällen ist sie auch dann nicht durchführbar, weil unsere Kenntnisse von den wechselseitigen Beziehungen zwischen Parasit und Nährpflanze nicht genügen. So dürfte es in vielen Fällen nicht möglich sein zu entscheiden, ob ein Parasit, der Haustorien besitzt, hauptsächlich durch diese oder durch das Myzel sich ernährt. Aber auch die einzelnen Gruppen scheinen uns nicht immer glücklich gefaßt zu sein. So ist der Begriff der Symbiosis zu weit ausgedehnt, denn, obwohl z. B. bei *Exoascus* für den Anfang noch ein symbiotisches Verhältnis scheinbar vorhanden ist, so ergibt sich doch aus dem stets eintretenden zu frühen Absterben der kranken Teile, daß es sich um Parasitismus handelt. Aber selbst wenn man diese Gruppe annehmen wollte, so gehören doch sicher nicht Rostpilze (bei denen das Absterben der Zelle sofort eintritt), Erysipheen und Peronosporeen hinein. Die beiden letzteren hat auch Coulter nicht aufgenommen.

Die Nichteinheitlichkeit der Grundlagen zeigt sich auch deutlich in der Untereinteilung der Hauptgruppen. Die Untergruppen von Stevens' Gruppe 3 sind vorwiegend auf den Organen der Nährpflanze aufgebaut, die der Gruppe 2 aber werden nach der Physiologie der Pilze unterschieden.

Nach unserer Auffassung muß die Aufstellung eines Systems bestimmten Zwecken dienen. Als deren ersten sehen wir an, daß man schon aus der Anordnung den natürlichen Zusammenhang der Krankheiten untereinander erkennt. Dazu muß es so aufgebaut sein, daß es auch dem Nicht-Spezialisten die Möglichkeit gibt, einen Einblick in die Natur der Krankheiten zu gewinnen, und ihn bei jeder vorkommenden Krankheit erkennen läßt, ob sie mit einer ihm bereits bekannten verwandt ist oder nicht. Auf dieser Grundlage ist es dann möglich, eine logisch begründete Bekämpfung aufzubauen.

Diesen Zweck haben wir dadurch zu erreichen gesucht, daß wir für die einzelnen Gruppen das Krankheitsbild als Grundlage gewählt haben. Das ist um so natürlicher, als das äußere Bild aus der Biologie des Parasiten und seiner Einwirkung auf die Nährpflanze hervorgeht. Daraus folgt aber andererseits, daß die auf diese Weise entstehenden Gruppen sich nicht immer mit bestimmten Pilzgruppen decken. Der Einwand, der wohl am meisten gegen die Einteilung der Krankheiten nach dem Pilzsystem erhoben werden muß, ist der, daß Krankheiten, die einander sehr ähnlich sind, durch die verschiedene Stellung ihrer Erreger im Pilzsystem getrennt werden. Am meisten ist dabei die Gruppe der *Fungi imperfecti* ein Stein des Anstoßes. Dies fällt weg, wenn man die Krankheitserscheinungen als Grundlage wählt. Außerdem hat das System den Vorteil, daß man auch Krankheiten unterbringen kann, von denen man wohl erkennt, daß sie pilzlichen Ursprungs sind, bei denen aber das Nichtvorhandensein von Fruchtkörpern die Bestimmung des Pilzes ausschließt.

Es ist aber nicht zu verkennen, daß eine solche Einteilung erhebliche Schwierigkeiten macht. Zunächst ist dagegen einzuwenden, daß von demselben Erreger verschiedene Krankheitsbilder hervorgerufen werden, die unter verschiedenen Gruppen aufgeführt werden müssen. So erzeugt *Monilia cinerea* bei den Kirschen eine Zweigdürre und eine Fäule der Blüten und Früchte. Man kann sich aber über diese Schwierigkeiten weghelfen, wenn man solche Krankheiten unter den hauptsächlichsten Erscheinungen beschreibt und an den Stellen, an denen sie nach ihren anderen Erscheinungen gesucht werden können, einen Verweis anbringt. Außerdem gibt es natürlich Übergänge, da die Gruppen, die auf äußeren Erscheinungen beruhen, nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind. So kann es z. B. als fraglich gelten, ob Blattflecke immer zu den „Flecken" gerechnet werden müssen. Viele Fäulen und Pilzauflagerungen fangen

als Flecke an, und wenn man nur das Anfangsstadium der betreffenden Krankheit vor sich hat, ohne den weiteren Verlauf zu kennen, würde man die Krankheit in einer falschen Abteilung suchen. Doch auch hier kann man durch Verweise die Schwierigkeiten überwinden. Auch die Grenze zwischen Neubildungen und Flecken ist nicht immer scharf zu ziehen, wie es das Beispiel der Rostkrankheiten zeigt, die machmal gallenartige Anschwellungen aufweisen. Hier wird man ebenfalls im Interesse der einheitlichen Betrachtung Erscheinungen, die rein schematisch nicht ganz übereinstimmen, zusammenfassen.

Die Hauptsache ist wohl, daß man die Begriffe, die zur Einteilung verwendet worden sind, möglichst scharf umgrenzt und die dabei gebrauchten Bezeichnungen nicht für verschiedene Dinge anwendet.

Daß eine Einteilung der Pflanzenkrankheiten auf diesen Grundlagen dem besseren Verständnis der Krankheiten dient, haben uns die in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen, besonders auch beim Unterricht in der Pflanzenpathologie, bewiesen.

Als Haupt- und Untergruppen betrachten wir:

1. Fäulen:
a) Samenfäulen,
b) Keimpflanzenfäulen,
c) Wurzelfäulen,
d) Knollen-, Zwiebel- und Rhizomfäulen,
e) Stengelgrundfäulen,
f) Allgemeine Sproßfäulen,
g) Knospen- und Blütenfäulen,
h) Fruchtfäulen,
i) Holzfäulen,
k) Rindenfäulen,
l) Dürren.

2. Flecke:
a) Trockenflecke,
b) Brenner,
c) Rindenbrand (einschl. Krebs),
d) Wurzel- und Knollenflecke.

3. Pilzauflagerungen:
a) Mehltau,
b) Schwärzen,
c) Rußtau,
d) Massenüberzüge.

4. Neubildungen:
a) Hexenbesen,
b) Gallen,
c) Blüten- und Fruchtumbildungen.

5. Gefäßkrankheiten.

1. Fäulen.

Unter Fäulen verstehen wir diejenigen Krankheiten, bei denen der Angriff des Pilzes von der Eingangsstelle aus sich allmählich über das umliegende Gewebe verbreitet und es zerstört. Durch das Wachstum des Parasiten ist dabei keine Begrenzung bedingt, so daß der Fäulnisprozeß, entsprechend den äußeren Verhältnissen, fortschreitet. Besonders leicht fallen der Fäulnis die parenchymatischen Gewebe anheim, aber auch andere Gewebeformen, die in den Bereich des Parasiten kommen, werden zerstört. Diesen Fäulen sind alle Pflanzen und ihre Teile ausgesetzt, besonders alle Speicherorgane, da sie aus leicht zerstörbarem

Gewebe bestehen und reichlich Nahrung für den Parasiten enthalten. Die Art der Fäulnis kann naß und trocken sein, je nach dem Erreger und den äußeren Umständen.

Wenn auch keine Begrenzung der Fäule durch die Wachstumsverhältnisse des Pilzes bedingt ist, so ist doch eine große Anzahl von Fäulen auf bestimmte Organe der Pflanzen beschränkt, und da dies mit einer gewissen Regelmäßigkeit der Fall ist, kann man darauf die weitere Einteilung der Fäulen begründen. Diese Einteilung hat noch den besonderen Vorteil, daß sie leicht erkennbare Anhaltspunkte ergibt und den natürlichen Gruppen der Krankheiten entspricht. Auf Grund dieser Gesichtspunkte unterscheiden wir:

a) Samenfäulen, das sind die Erkrankungen, bei denen die Samen im Quellungsstadium durch den Parasiten zerstört werden; hauptsächlich fallen ihnen die Samen zum Opfer, ehe der Keimling zur Entwickelung gelangt. Als Beispiel hierfür geben wir die Bakterienfäule der Erbsensamen.

b) Keimpflanzenfäulen. Bei diesen erkrankt der bereits in Entwicklung begriffene Keimling. Der Angriff kann an jeder Stelle erfolgen und hat meist den Tod der Keimpflanze zur Folge. Geht der Fäulnisprozeß von den Keimlappen aus, so ergeben sich oft Bilder, die alle Übergänge zwischen Samenfäulnis und Keimlingsfäulnis zeigen, z. B. bei *Pythium de Baryanum*, welches den Wurzelbrand der eben auskeimenden Rübenpflanzen verursacht.

Wir fassen also unter diesen Krankheiten zusammen, was in der Praxis als das Vergehen der Keimpflanzen bezeichnet wird, wie es z. B. durch den sogen. Vermehrungspilz hervorgerufen wird. Auch die sog. Bodenmüdigkeit beruht vielfach auf Samen- und Keimlingsfäulen. Weiter gehört hierher Wurzelbrand, insofern er zum Absterben der Keimlinge führt. Ebenso auch das sogen. Umfallen oder die Fadenkrankheit der Keimlinge, bei denen infolge der Zerstörung der unteren Stengelteile die ganzen Pflanzen vernichtet werden.

c) Wurzelfäule. Bei größeren Pflanzen kommen Fäulen vor, die ausschließlich auf die Wurzeln beschränkt sind. Es kann sich dabei um einzelne Wurzeln des ganzen Systems handeln, wie z. B. bei *Dematophora*, oder um die Zerstörung der verdickten Wurzel, wie bei der Rübenschwanzfäule, der Karottenfäule u. a.

d) Knollen-, Zwiebel- und Rhizomfäulen. Wie alle fleischigen Organe sind die Knollen, Zwiebeln und Rhizome der Fäulnis besonders ausgesetzt. Die Eingangspforten bilden meist Verletzungen, doch hat auch eine Reihe von Organismen die Fähigkeit, sich ohne solche Eingang zu verschaffen. Der Verlauf der Krankheiten ist je nach den Erregern verschieden, und je nachdem die Zellwände oder der Zellinhalt angegriffen werden, entstehen verschiedene Krankheitsbilder. Bei manchen

dieser Fäulen geht die Krankheit von dem Speicherorgan auf den Sproß über und es können dann Stengelgrundfäulen, wie z. B. bei Schwarzbeinigkeit der Kartoffel, oder allgemeine Sproßfäulen, entstehen (*Sclerotinia bulborum* der Hyazinthen). Auch kommt es vor, daß Gefäßkrankheiten der Speicherorgane in allgemeine Fäulnis übergehen, z. B. beim gelben Rotz der Hyazinthen, bei dem die Bakterien in die Blüten oder in die Blattspitzen eindringen, in den Gefäßen abwärts wandern und zum Schluß eine allgemeine Zwiebelfäule hervorrufen.

e) Stengelgrundfäule. Hierher rechnen wir alle die Erscheinungen, die als Fußkrankheiten bezeichnet werden. Sie nehmen ihren Anfang an dem unterirsdischen Teil des Stengels, indem die sie erzeugenden Parasiten entweder durch die Wurzel oder durch Stengelwunden eindringen. Sie verbreiten sich nach oben meist nicht weit über die Erdoberfläche. Je nach der Schnelligkeit dieses Verlaufes, der nach dem Erreger und den äußeren Einflüssen schneller oder langsamer ist, kommt es zu einem baldigen Absterben der Pflanze (Schwarzbeinigkeit), oder nur zu einer Beeinträchtigung des Wachstums, die den Habitus der Pflanze verändern kann (*Rhizoctonia solani*). Die Stengelgrundfäulen können als Weichfäule verlaufen, wie z. B. bei der Schwarzbeinigkeit der Kartoffel; häufiger aber sind es Trockenfäulen, bei denen das Gewebe vermorscht und mehr oder weniger zundrig wird (*Rhizoctonia* bei der Kartoffel, Fußkrankheiten des Getreides.) Wenn die Erreger der Stengelgrundfäule durch die Wurzel ihren Einzug halten, so erinnern die Anfangsstadien an Wurzelfäulen. Häufig trifft man die Erreger auch oberhalb der eigentlich erkrankten Teile in den Gefäßen, doch unterscheiden sie sich von den eigentlichen Gefäßkrankheiten immer durch das Vorhandensein größerer abgestorbener und in Fäulnis begriffener Teile des Stengelgrundes.

f) Allgemeine Sproßfäulen. Im Gegensatz zu den Stengelgrundfäulen sind unter unsern Sproßfäulen alle die Krankheiten zu verstehen, bei denen entweder der wachsende Sproß in seiner Gesamtheit oder größere Teile desselben angegriffen werden. Es können dabei die Pilzangriffe sich mehr auf die Stengelteile beschränken oder wenigstens von ihnen ihren Ausgang nehmen und auf die Blattorgane übergreifen (*Sclerotinia Libertiana* auf Bohnen), oder aber die Krankheit kann sich vorwiegend auf die Blätter erstrecken und nur gelegentlich auf die Stengel übergreifen (*Phytophthora infestans*). Ebenso können natürlich auch Sproßfäulen auf die Blüten übergreifen (*Botrytis parasitica*). Krankheiten, die auf einzelne Teile des Sprosses beschränkt sind, betrachten wir als besondere Gruppen.

g) Knospen- und Blütenfäulen. Die Umgrenzung dieser Gruppe geht aus dem Namen hervor: sie enthält nur die Fäulen, die auf Blüten und Knospen beschränkt sind und nicht diejenigen, die von den Sprossen auf die Blüten übergreifen. Als Beispiel wollen wir die Nelkenknospenfäule (*Sporotrichum poae*) anführen.

h) Fruchtfäulen sind entweder Fäulen der wachsenden Früchte oder solche der bereits ausgereiften. Besonders die letzteren führen fast immer zur vollständigen Zerstörung. Für einige ist es charakteristisch, daß sie die Kelchröhre als Eingangspforte benutzen und eine von innen nach außen schreitende Fäule hervorrufen (*Fusarium putrefaciens* an Äpfeln). Andere wieder benutzen kleine Wunden oder durch andere Pilze, z. B. *Fusicladium*, hervorgerufene Flecke als Angriffspunkte. An den im Wachstum begriffenen Früchten beginnen die Fäulen häufig wie Fleckenkrankheiten, doch gehen dann die Erreger im Fruchtfleisch weiter, um schließlich eine typische Fäulnis zu erzeugen (*Bacterium pruni*).

i) Holzfäulen. Meistens wird das Kernholz befallen, das von dem Myzelium durchwuchert wird. Es geht in eine nasse oder trockene, meistens sehr langsam vorschreitende Fäulnis über. Einige wenige Holzpilze zerstören den Splint, einzelne auch die Rinde. Welkeerscheinungen im Laub sind öfter die Folge. Viele Holzfäulen lassen sich direkt bestimmen, für andere braucht man noch nach unserer heutigen Kenntnis die Fruchtkörper, die nach kurzer oder längerer Zeit an den Aststellen hervorbrechen. Es gibt Holzfäulepilze, die außer Stamm- und Astholz auch das Wurzelholz angreifen (siehe unter Wurzelfäule). Da das Hauptwachstum der Hyphen in den Leitungsbahnen erfolgt, ist die Ausbreitung der Krankheit in der Längsrichtung eine viel raschere als in der Querrichtung.

k) Rindenfäulen. Hierzu rechnen wir die Krankheiten, bei denen eine Trockenheit der Rinde entsteht, die infolgedessen einsinkt. Soweit die Rinden parenchymreich sind, bildet sich eine nasse Fäule aus, wie bei der *Phytophthora*-Fäule von *Syringa*. Bei dünneren, bastreichen Rinden entsteht eine Eintrocknung, wie wir sie bei phomakranken Phloxstengeln wahrnehmen. In einigen Fällen beginnen diese Krankheiten mit eingesunkenen Flecken, die dann den Eindruck von Brennern machen.

l) Als Dürre bezeichnen wir das Absterben der Zweige und Äste, das durch Pilze, die in den Organen wachsen, hervorgerufen wird. Die Dürren sind also typische Trockenfäulen. Häufig sind es die äußersten Spitzen der Zweige, die absterben, ohne daß die Krankheit auf die dickeren Äste oder den Stamm übergreift (Spitzendürre). In anderen Fällen werden einzelne Astkomplexe ergriffen, die dann allmählich von oben nach unten absterben. Wieder in anderen Fällen greift die Krankheit auf den Stamm über oder nimmt ihren Ausgang von Stammwunden; an den Stämmen sieht man dann meist herablaufende dunkle Streifen; die Äste sterben entsprechend der fortschreitenden Erkrankung des Stammes ab. Die Pilze dringen durch Wunden ein, durchwachsen die kleineren Zweige und Äste vollständig, in großen Stämmen und Ästen nur die Rinde und das angrenzende Holz. Sie entwickeln dann schließlich zahlreiche Fruchtkörper, die in großer Zahl gleichzeitig erscheinen (Valsasterben der Erlen und Obstbäume).

2. Flecke.

Unter Fleckenkrankheiten verstehen wir solche Krankheiten, bei denen ein beschränkter Teil der Umgebung der Infektionsstelle erkrankt, sodaß ein Fleck entsteht. Fleckenkrankheiten entwickeln sich vorwiegend auf oberirdischen Sproßorganen, kommen aber auch auf unterirdischen Organen vor (Schorf). Der Erreger kann dabei ganz im Gewebe wachsen und nur seine Fruchtkörper nach außen entwickeln, oder er verbreitet sich nur teilweise im Gewebe. Gelegentlich kommt es vor, daß die Pilze außer Gewebezerstörungen auch Hypertrophien hervorrufen (Rost). Die zerstörten Gewebeteile verfärben sich stets. Bei manchen Fleckenkrankheiten ist die Verfärbung des Randes neben der allgemeinen Verfärbung charakteristisch. Ihre Form und Ausdehnung ist entweder durch das Wachstum des Pilzes oder durch die Eigenart des befallenen Gewebes bedingt.

a) Trockenflecke. Wächst der Erreger nur in den äußersten Schichten oder sind die einzelnen Pflanzenteile dünn, so entstehen Trockenflecke, wie es die meisten Blattflecke sind. Je nach der Art des Blattgewebes der befallenen Pflanze und nach der Eigenart des Pilzes sind die Flecke mehr oder weniger rund (*Alternaria solani*) oder nehmen besondere Gestalt an (*Gloeosporium nervisequum*). Die abgestorbenen Blatteile sind entweder mehr oder weniger ledrig oder brüchig. Bei manchen fallen sie auch ganz heraus, so daß sogenannte Schußlöcher entstehen (*Clasterosporium carpophilum*).

b) Brenner. Unter Brennern sind die in das Gewebe eindringenden Flecke zu verstehen, wie sie auf Stengeln und anderen fleischigen Gewebeteilen vorkommen. Der Pilz dringt in die tieferen Gewebeschichten ein und bringt sie zum Absterben. Dabei verfärben sich die Flecke, und die Oberhaut sinkt ein (*Gloeosporium Lindemuthianum*).

c) Rindenbrand (einschl. Krebs). Auf Holzgewächsen treten Flecke in Form von Rindenbrand auf. Von der Infektionsstelle aus vergrößern sich die Flecke ziemlich gleichmäßig nach allen Seiten, indem der Pilz in dem Rindengewebe weiterwächst. Die Rinde sinkt ein und erscheint dunkel (*Phoma abietis*). Solche Flecke kommen unter Umständen so zahlreich vor, daß ein allgemeines Absterben eintritt. Kommen sie aber einzeln vor, so heilen sie meist durch Überwallung aus. Tritt an den Rändern dieses Rindenbrandes Überwallungsgewebe auf, das von den Krankheitserregern periodisch abgetötet wird, so entstehen die echten Krebse, z. B. der durch *Nectria galligena* erzeugte Obstbaum- und Buchenkrebs.

d) Wurzel- und Knollenflecke. Weniger als auf Stengeln und Blättern kommen auf Wurzeln und Knollen Flecke vor. Am häufigsten sind sie als sogenannte Schorfe zu finden. Im übrigen ist über Wurzel- und Knollenflecke noch verhältnismäßig wenig bekannt.

3. Pilzauflagerungen.

Als Pilzauflagerungen betrachten wir alle Erscheinungen, bei denen das Krankheitsbild wesentlich durch das stets vorhandene Wachstum des Pilzes auf der Oberfläche der befallenen Pflanzenteile bestimmt wird. Im wesentlichen sind es mehr oder weniger zusammenhängende Überzüge über ganze Pflanzen oder Pflanzenteile (*Sphaerotheca mors uvae*), oder mehr beschränkte, fleckenartige Myzelwucherungen (*Erysiphe graminis*). Es kommen hier vier Gruppen von Krankheiten in Betracht: Mehltau, Schwärzen, Rußtau und Massenüberzüge.

a) Bei den Mehltaukrankheiten breitet sich der Pilz auf der Oberfläche der oberirdischen Pflanzenteile aus und läßt sie weiß bis grau erscheinen. Von den oberflächlich ausgebreiteten Hyphen senken sich Haustorien in die Epidermis: dadurch kommt in vielen Fällen eine Verfärbung zustande. Bei einzelnen Arten sind die Überzüge auf einzelne Flecken beschränkt, die wie kleine Polster aussehen, bei andern ist ein grauweißer Überzug vorhanden, der zu einer allmählichen Aussaugung und Austrocknung der betreffenden Organe führt. Werden wachsende Organe vom Mehltau befallen, so tritt häufig ein Verkrüppeln und Verkümmern ein.

b) Schwärzen. Bei den Schwärzen sind es dunkel gefärbte Pilze, die der Hauptsache nach auf der Oberfläche der befallenen Pflanzenteile wachsen und diese mit einem schwarzen Anflug überziehen. Auch die Schwärzen erscheinen am Anfang äußerlich als Flecke, die aber meist so zahlreich sind, daß ihre Grenzen sich sehr rasch verwischen und ein allgemeiner Überzug entsteht. Die Pilze selbst wachsen in das Gewebe hinein, und zwar entweder in die Epidermiszellen (Haustorien) oder indem das Myzel auch die tieferen Schichten durchwächst und aussaugt (*Heterosporium gracile*). Dadurch unterscheiden sie sich von dem Rußtau.

c) Rußtau. Als Rußtau sind nur die Pilzüberzüge zu betrachten, die den Blättern oberflächlich aufsitzen, ohne in sie einzudringen. Zu ihrer Entwicklung ist das Vorhandensein eines Nährbodens, wie z. B. die Ausscheidungen der Läuse, notwendig. Die Pilzauflagerungen sind entweder Überzüge, die sich nicht abwischen lassen, oder dicke Krusten, die sich abblättern. Die Erreger gehören verschiedenen Pilzgruppen an, meistens sind sie gekennzeichnet durch ein kurzgliedriges dunkel gefärbtes Myzel. Der Schaden, der durch den Rußtau hervorgerufen wird, ist nicht auf den Parasitismus der Pilze zurückzuführen, sondern auf die Beeinflussung der Assimilations- und Atmungstätigkeit der Blätter.

d) Massenüberzüge. Als solche fassen wir die Pilzlagerungen auf, bei denen entweder der Pilz sich über die Pflanze ausbreitet und diese mechanisch unterdrückt oder zum Absterben bringt (*Telephora laciniata*), oder bei denen der Pilz dicke, filzige oder krustige Auflage-

rungen entwickelt, die durch ihre Masse besonders hervortreten (*Herpotrichia nigra*).

4. Neubildungen.

Wir rechnen hierher:

a) Die Hexenbesen, bei denen ein verändertes oder gesteigertes Sproßwachstum vorliegt (*Aecidium elatinum*).

b) Die ausgesprochenen Gallen, bei denen alle oder einzelne Gewebeteile hypertrophiert sind und dadurch also das Organ eine andere Gestalt annimmt (*Plasmodiophora*, *Chrysophlyctis*, *Bacterium tumefaciens*, *Tilletia tritici*, *Gymnosporangium*).

c) Die Blüten- und Fruchtumbildungen, bei denen anstelle des Organs der Pilz tritt, entweder als Sklerotium (Mutterkorn) oder als Sporen (Stein- und Flugbrand). Nicht als hierher gehörig betrachten wie diejenigen Pilzkrankheiten, bei denen Flecken mit Hypertrophien auftreten, die keine wesentlichen Veränderungen der Organe hervorrufen. In manchen Fällen ist es schwer zu entscheiden, ob man es mit einer Neubildung oder mit einem Fleck zu tun hat, da es zwischen großen und kleinen Hypertrophien allerlei Übergänge gibt (Rostflecke, *Urocystis cepae*).

5. Gefäßkrankheiten.

Die Gefäßkrankheiten sind dadurch gekennzeichnet, daß die Gefäße angegriffen oder zerstört sind. Dieses erkennt man beim Durchschneiden der Stengel an einer Verfärbung oder Erweichung der Gefäßbündel. Die Erreger können sowohl Pilze als Bakterien sein. Sie gelangen durch Verletzungen in das Innere der Pflanzen und wachsen in den Xylemteilen; dabei verändern sich die Gefäßwände, die häufig durch Thyllenbildung oder durch Ausscheidung gummiähnlicher Stoffe reagieren. Manche Gefäßparasiten beschränken sich ganz auf die Holzteile und erzeugen bei geeigneten Witterungsverhältnissen Welkeerscheinungen des Laubes, indem sie die Gefäße verstopfen oder für ihre Funktionen ungeeignet machen (*Verticillium albo-atrum*). Andere treten auch in das umliegende Gewebe ein (*Bacterium sepedonicum*). Je nach der Art des Erregers ist eine Verfärbung oder eine Erweichung des Gewebes zu beobachten; es können in der Weise schließlich typische Fäulen entstehen (Gelbrotz der Hyazinthen).

Berlin-Dahlem. Amsterdam.